ANX-PR/CL/001-01
GUÍA DE APRENDIZAJE

ASIGNATURA

123000620 - Integracion De Sistemas Ins Gnss Aplicados A La Fotogrametria Gestion De Datos En Tiempo Real

PLAN DE ESTUDIOS

12AC - Master Universitario En Ingenieria Geodesica Y Cartografia

CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2021/22 - Primer semestre

Índice

Guía de Aprendizaje

1. Datos descriptivos....1
2. Profesorado....1
3. Conocimientos previos recomendados....2
4. Competencias y resultados de aprendizaje....2
5. Descripción de la asignatura y temario....3
6. Cronograma....6
7. Actividades y criterios de evaluación....8
8. Recursos didácticos....9

1. Datos descriptivos

1.1. Datos de la asignatura

Nombre de la asignatura	123000620 - Integracion de Sistemas Ins GNSS Aplicados a la Fotogrametria Gestion de Datos en Tiempo Real
No de créditos	4 ECTS
Carácter	Obligatoria
Curso	Primer curso
Semestre	Primer semestre
Período de impartición	Septiembre-Enero
Idioma de impartición	Castellano
Titulación	12AC - Master Universitario en Ingenieria Geodesica y Cartografia
Centro responsable de la titulación	12 - E.T.S.I. En Topografia, Geodesia Y Cartografia
Curso académico	2021-22

2. Profesorado

2.1. Profesorado implicado en la docencia

Nombre	Despacho	Correo electrónico	Horario de tutorías *
Pedro Miguelsanz Muñoz (Coordinador/a)	-130	pedro.miguelsanz@upm.es	X - 15:30 - 18:30
Julian Aguirre De Mata		julian.aguirre@upm.es	- -

* Las horas de tutoría son orientativas y pueden sufrir modificaciones. Se deberá confirmar los horarios de tutorías con el profesorado.

3. Conocimientos previos recomendados

3.1. Asignaturas previas que se recomienda haber cursado

- Fotogrametria Digital Y Vision Artificial

- Sistema Geodesico Global Para La Observacion De La Tierra

- El Procesamiento De Los Datos Gnss

3.2. Otros conocimientos previos recomendados para cursar la asignatura

- Fundamentos de sistemas GNSS

- Sistemas y marcos de referencia terrestre. Sistemas de coordenadas

- Fotogrametría analítica y digital

4. Competencias y resultados de aprendizaje

4.1. Competencias

CB6 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación

CB7 - Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio

CB9 - Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades

4.2. Resultados del aprendizaje

RA342 - Conocer y aplicar la integración INS/GNSS en la obtención de la orientación externa directa de los sensores para el caso fotogramétrico.

RA347 - Utilizar el algoritmo del filtro Kalman para solucionar el problema de deriva del INS con ayuda del GNSS.

RA348 - Interpretar las ecuaciones del movimiento en los diferentes sistemas de referencia.

RA346 - Conocer los sistemas de coordenadas de referencia y transformaciones entre ellos. Aplicar los modelos de la matriz de rotación aplicando MCD, ángulos de Euler y cuaterniones.

5. Descripción de la asignatura y temario

5.1. Descripción de la asignatura

El siguiente temario expone los principios de la navegación inercial y su integración con el sistema GNSS como un hito importante en el campo de la fotogrametría y especialmente para la orientación espacial de sensores de observación de la tierra.

En el tema nº 1 se da un repaso a los sistemas de referencia terrestres que permite asignar coordenadas a puntos sobre la superficie terrestre y las transformaciones entre ellos. Dentro de este apartado, se muestran los principios de la teoría de cuaterniones para referir orientaciones a un objeto en el espacio.

En el tema nº 2 se abordan los sistemas de navegación GNSS y cálculo de trayectorias de los sensores aerotransportados.

En el tema nº 3 se tratan todos los aspectos relacionados con las ecuaciones de navegación inercial particularizando para cada uno de los sistemas de referencia que intervienen.

En el tema nº 4 se revisan los modelos de error dinámico y estocástico del sistema INS/GNSS.

En el tema nº 5 se presenta la integración de los datos INS/GNSS utilizando los filtros Kalman con sus diferentes modos de acoplamiento.

Por último en el tema nº 6 se plantean las dos metodologías de determinación de la orientación externa

- Determinación de los parámetros de Orientación Externa mediante la utilización de sistemas INS/GNSS. Procedimiento directo.
- Determinación de los parámetros de Orientación Externa mediante técnicas de triangulación aérea. Procedimiento indirecto.

Se incluye como resultado un estudio comparativo de las diferentes técnicas para la obtención de la orientación externa de los sensores.

5.2. Temario de la asignatura

1. Tema 1: Sistemas de coordenadas y transformaciones

   1.1. T1_1: Sistemas de referencia

   1.2. T1_2: Transformaciones

2. Tema 2: Sistema de navegación GNSS

   2.1. T2_1: Fundamentos básicos del sistema GNSS

   2.2. T2_2: Estructura del sistema GPS, GLONASS Y GALILEO

   2.3. T2_3: Sistemas de Medida en GNSS

   2.4. T2_4: Medotodologías de procesamientos de datos GNSS en el cálculo de trayectorias de sensores aerotransportados

3. Tema 3:Principios de la Navegación Inercial

   3.1. T3_1: Unidad de Medida Inercial (IMU)

   3.2. T3_2: Sistemas de Navegación Inercial (INS)

4. Tema 4: Modelos de error en un INS

   4.1. T4_1: Modelo de error dinámico

   4.2. T4_2: Modelo de error estocástico

5. Tema 5: Integración INS/GPS-GLONASS

   5.1. T5_1: Filtro discreto de Kalman

   5.2. T5_2: Modos de integración de datos de la IMU y de sistema GNSS

6. Tema 6: Aplicación práctica en la orientación externa de sensores

   6.1. T6_1: Orientación externa indirecta (OEI)

   6.2. T6_2: Orientación externa directa (OED)

   6.3. T6_3: Estudio comparativo OEI vs OED

6.4. T6_4: Metodología de trabajo con los sistemas INS/GNSS

6. Cronograma

6.1. Cronograma de la asignatura *

Sem	Actividad presencial en aula	Actividad presencial en laboratorio	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	**1.1. Sistemas de Referencia** Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
2	**1.2. Transformaciones** Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
3		**6. Aplicación práctica de la OE de sensores** Duración: 03:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
4		**6. Aplicación práctica de la OE de sensores** Duración: 03:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
5		**6. Aplicación práctica de la OE de sensores** Duración: 03:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
6		**6. Aplicación práctica de la OE de sensores** Duración: 03:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
7		**6. Aplicación práctica de la OE de sensores** Duración: 03:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		**Entrega de cuestionarios y prácticas** OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua No presencial Duración: 00:00
8			**2.1. Fundamentos Básicos del Sistema GNSS** Duración: 01:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral **2.2. Estructura del sistema Glonass, GPS y Galileo** Duración: 01:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	
9			**2.3. Sistemas de Medida en GNSS** Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	

10			**2.4. Metodologías de procesamiento de datos GNSS en el cálculo de trayectorias de sensores aerotransportados** Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	
11			**3.1. Unidad de Medida Inercial** Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	
12			**3.2. Sistema de Navegación Inercial (INS)** Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	
13			**4. Modelos de error** Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	
14			**5.1 Filtros Kalman** Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	
15			**Resolución de ejercicios prácticos sobre Filtros Kalman** Duración: 03:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	**Entrega de cuestionarios y prácticas** OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua No presencial Duración: 00:00
16				**Examen final** ET: Técnica del tipo Prueba Telemática Evaluación sólo prueba final No presencial Duración: 03:00
17				

Para el cálculo de los valores totales, se estima que por cada crédito ECTS el alumno dedicará dependiendo del plan de estudios, entre 26 y 27 horas de trabajo presencial y no presencial.

* El cronograma sigue una planificación teórica de la asignatura y puede sufrir modificaciones durante el curso derivadas de la situación creada por la COVID-19.

7. Actividades y criterios de evaluación

7.1. Actividades de evaluación de la asignatura

7.1.1. Evaluación continua

Sem.	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
7	Entrega de cuestionarios y prácticas	OT: Otras técnicas evaluativas	No Presencial	00:00	50%	5 / 10	CB6 CB7 CB9
15	Entrega de cuestionarios y prácticas	OT: Otras técnicas evaluativas	No Presencial	00:00	50%	5 / 10	CB6 CB7 CB9

7.1.2. Evaluación sólo prueba final

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
16	Examen final	ET: Técnica del tipo Prueba Telemática	No Presencial	03:00	100%	5 / 10	CB6 CB7 CB9

7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
Examen extraordinario	ET: Técnica del tipo Prueba Telemática	Presencial	02:00	100%	5 / 10	CB7 CB6 CB9

7.2. Criterios de evaluación

Los alumnos entregarán los cuestionarios de los temarios y las prácticas propuestas en 2 fechas. Una de ellas será a mitad de curso, entorno a la 7ª semana. Y la otra coincidiendo con el final de curso.

La ponderación de prácticas y cuestionarios es la misma en todos los casos. Se considera superada la asignatura con una nota mayor o igual a 5 sobre 10.

Las fechas de publicación de notas y revisión se notificará en el momento de la correspondiente prueba.

8. Recursos didácticos

8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Christopher Jekeli: Inertial Navegation Systems with Geodetic Applications, (2001)	Bibliografía	
Oleg Salychev: Inertial Systems in Navigation and Geophysics, (1998)	Bibliografía	
Mohinder S. Grewal, Lawrence R. Weill, Angus P. Andrews: Global Positioning Systems, Inertial Navigation, and Integration (2001)	Bibliografía	
Jay Farrell, Matthew Barth: The Global Positioning System & Inertial navigation, (1998)	Bibliografía	
Jie Shan, Charles K. Toth: Topographic Laser Ranging and Scanning, (2009)	Bibliografía	
Rainer Sandau: Digital Airborne Camera, (2010)	Bibliografía	

Fathi Y. Dwaik: INS, GPS, and Photogrammetry Integration for Vector Gravimetry Estimation, (1998)	Bibliografía	
Wolf P.R., Dewitt B.A.: Elements of Photogrammetry with Applications in GIS, (2000)	Bibliografía	
Karl Kraus: Photogrammetry (Volumen I, II), (1993)	Bibliografía	
Edward M. Mikhail, James S. Bethel, J. Chris McGlone: Introduction to Modern Photogrammetry, (2001)	Bibliografía	
"Sociedad Española de Cartografía, Fotogrametría y Teledetección (Contiene numerosos enlaces a otras páginas de interés) http://www.secft.org/secft,15,9,enlaces.html "	Recursos web	
http://www.secft.org/secft,15,9,enlaces.html	Recursos web	
http://aero.us.es/principal/docencia.html	Recursos web	
http://www.gps.gov/	Recursos web	
http://www.euclideanspace.com/maths/geometry/rotations/conversions/eulerToQuaternion/index.htm	Recursos web	
http://www.euclideanspace.com/maths/geometry/rotations/conversions/matrixToQuaternion/program/index.htm	Recursos web	
Laboratorio con ordenadores	Equipamiento	
Aula con ordenador para el profesor y pantalla de proyección	Equipamiento	